



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 42 38 149 A 1

⑯ Int. Cl. 5:  
**G 01 L 7/00**  
G 01 F 1/68  
G 01 L 15/00  
F 24 F 7/00

⑯ Aktenzeichen: P 42 38 149.5  
⑯ Anmeldetag: 12. 11. 92  
⑯ Offenlegungstag: 19. 5. 94

⑯ Anmelder:

Meissner + Wurst GmbH + Co Lufttechnische  
Anlagen Gebäude- und Verfahrenstechnik, 70499  
Stuttgart, DE

⑯ Vertreter:

Jackisch-Kohl, A., Dipl.-Ing.; Kohl, K., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 70469 Stuttgart

⑯ Erfinder:

Eser, Ulrich, Dr.-Ing., 7146 Tamm, DE; Renz,  
Manfred, Dr.-Ing., 7257 Ditzingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Drucküberwachungseinrichtung, insbesondere für den Reinraumbereich

DE 42 38 149 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 03. 94 408 020/142

8/41

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Drucküberwachungseinrichtung, insbesondere für den Reinraumbereich, nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

In der Reinraumtechnik muß dafür gesorgt werden, daß im Reinraumbereich, in dem beispielsweise Wafer gehandhabt und bearbeitet werden, ein Überdruck in bezug auf den Umgebungsraum besteht. Dadurch wird verhindert, daß aus dem Umgebungsraum weniger reine Luft in den Reinraumbereich gelangt. Die im Reinraumbereich ständig strömende Reinluft steht darum unter einem höheren Druck als die Luft des Umgebungsraumes. Um den Druck im Reinraumbereich zu überwachen, sind Dosenmanometer vorgesehen, die jedoch teuer in der Anschaffung sind. Grundsätzlich ist es auch möglich, Dosenmanometer mit einer elektrischen Anzeige zu verwenden. Solche elektrischen Anzeigen sind jedoch äußerst kostspielig. Zudem benötigen die Dosenmanometer, welche sehr kleine Druckdifferenzen ( $< 10 \text{ Pa}$ ) erfassen sollen, aufgrund ihres Meßprinzips sehr große Membranen und müssen mechanisch sehr präzise ausgebildet sein. Darum sind diese sehr groß und teuer.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die gattungsgemäße Drucküberwachungseinrichtung so auszubilden, daß sie kostengünstig in der Anschaffung ist und eine genaue Drucküberwachung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird bei der gattungsgemäßen Drucküberwachungseinrichtung erfundungsgemäß mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 gelöst.

Bei der erfundungsgemäßen Drucküberwachungseinrichtung wird als Meßelement ein thermisches Anemometer verwendet, das ein kostengünstiges Bauteil ist und dennoch eine einwandfreie Drucküberwachung ermöglicht. Das Anemometer ist an die Signalverarbeitungseinheit angeschlossen, an der ein den Druck im zu überwachenden Bereich kennzeichnender Wert angezeigt werden kann. Mit dem thermischen Anemometer kann insbesondere auch ein sehr geringer Druck einwandfrei überwacht werden, der beispielsweise wesentlich unter  $10 \text{ Pa}$ , etwa bis  $0,1 \text{ Pa}$ , reicht. Dadurch eignet sich die erfundungsgemäße Überwachungseinrichtung hervorragend für den Einsatz im Reinraumbereich, in dem der Druck im Vergleich zum Umgebungsraum nur um diesen angegebenen Wert höher liegt als der Druck im Umgebungsraum.

Besonders vorteilhaft werden zwei Anemometer verwendet, aus deren Werten die Signalverarbeitungseinheit eine Druckdifferenz zwischen den unterschiedlichen Druckbereichen bestimmt und diese hinsichtlich ihres Vorzeichens (Über- oder Unterdruck) unterscheiden kann. Werden als Meßfühler thermische Anemometer mit Temperaturkompensation eingesetzt, ergibt sich eine deutliche Steigerung der Meßgenauigkeit, besonders bei schwankender Lufttemperatur. Die Meßgenauigkeit kann dadurch beispielsweise bis zu  $0,01 \text{ Pa}$  gesteigert werden.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen.

Die Erfindung wird anhand eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 in schematischer Darstellung eine an einer einen Überdruck- von einem Unterdruckbereich trennenden Wand vorgesehene erfundungsgemäße Drucküberwachungseinrichtung.

Fig. 2 im Längsschnitt und in vergrößerter Darstellung eine Meßkammer der erfundungsgemäßen Drucküberwachungseinrichtung, wobei im Reinraumbereich Überdruck herrscht,

5 Fig. 3 im Längsschnitt und in vergrößerter Darstellung eine Meßkammer der erfundungsgemäßen Drucküberwachungseinrichtung, wobei im Reinraumbereich Unterdruck herrscht,

10 Fig. 4 in einem Diagramm die Abhängigkeit der Ausgangsspannung von der Druckdifferenz, ermittelt durch in der Meßkammer der erfundungsgemäßen Drucküberwachungseinrichtung angeordnete Meßelemente.

15 Die Drucküberwachungseinrichtung wird vorteilhaft in der Reinraumtechnik eingesetzt. In Reinraumbereichen, die durch Trennwände vom Umgebungsraum getrennt sind, herrscht ein höherer Druck als im Umgebungsraum. Dadurch wird verhindert, daß Schmutzteilchen aus dem Umgebungsraum in den Reinraumbereich gelangen. In den Trennwänden sind Durchtrittsöffnungen vorgesehen, durch die die im Reinraumbereich zu handhabenden Teile eingebraucht werden. Infolge des Überdruckes im Reinraumbereich wird trotz der offenen Durchgangsöffnungen der Eintritt von Luft aus dem Umgebungsraum zuverlässig verhindert. Um eine Kontrolle darüber zu haben, daß die Druckdifferenz zwischen dem Reinraumbereich und dem Umgebungsraum ausreichend groß ist, ist die im folgenden beschriebene Überwachungseinrichtung vorgesehen.

20 In Fig. 1 ist schematisch die Überwachungseinrichtung dargestellt. Der Reinraumbereich 1, der einen Überdruckbereich darstellt, ist durch Trennwände 2 vom Umgebungsraum 3 getrennt, in dem ein geringerer Druck herrscht als im Reinraumbereich 1. In Fig. 1 ist der Einfachheit halber nur eine Trennwand 2 dargestellt. 25 In ihr ist eine Einbauöffnung 4 für eine Meßkammer 5 vorgesehen, in der sich zwei Meßelemente 6 und 7 befinden. Die Meßkammer 5 liegt geschützt in einem Gehäuse 8, das vorteilhaft außerhalb des Reinraumbereiches 1 innerhalb des Umgebungsraumes 3 angeordnet ist. Das Gehäuse 8 ist, was in Fig. 1 nicht dargestellt ist, in Richtung auf den Umgebungsraum 3 offen, so daß die Meßkammer 5 nicht nur Verbindung zum Reinraumbereich 1, sondern auch zum Umgebungsraum 3 hat. Die Meßelemente 6, 7 sind in nicht dargestellter Weise an eine 30 Signalverarbeitungseinheit 9 angeschlossen. Sie hat im Ausführungsbeispiel drei Anzeigen 10 bis 12, die beispielhaft LED-Anzeigen sind. Die obere Anzeige 10 leuchtet auf, wenn der von der Drucküberwachungseinrichtung gemessene Druck im Reinraumbereich 1 zu gering ist. Die mittlere Anzeige 11 leuchtet auf, wenn im Reinraumbereich 1 der richtige Druck herrscht. Die unterste Anzeige 12 leuchtet auf, wenn der Druck im Reinraumbereich 1 zu hoch ist. Selbstverständlich kann der Differenzdruck mit einer (nicht dargestellten) Anzeige 35 auch digital oder analog unmittelbar angegeben werden.

40 Wie Fig. 2 im einzelnen zeigt, weist die Meßkammer 5 einen Strömungskanal 13 auf, durch den die Luft strömt. Da die Meßkammer 5 an beiden Enden 14, 15 offen ist, kann die Luft je nach den Druckbedingungen im Reinraumbereich 1 und im Umgebungsraum 3 in beiden 45 Richtungen durch den Strömungskanal 13 strömen.

46 In den Strömungskanal 13 ragen die beiden Meßelemente 6 und 7, die jeweils das Meßelement eines thermischen Anemometers darstellen und die an sich bekannt sind und darum im folgenden nicht näher erläutert werden. Jedes Meßelement 6, 7 hat einen temperaturabhängigen Widerstand 16, 17. Die beiden Meßelemente 6, 7

sind durch ein Strömungshindernis 18 voneinander getrennt, das plattenförmig ausgebildet sein kann und sich beispielsweise bis zur Achse 19 des Strömungskanals 13 erstreckt. Das Strömungshindernis 18 ist vorteilhaft eine Platte, die vorzugsweise kreissegmentförmigen Umriss hat. Dadurch erstreckt sich der freie Rand 20 im dargestellten Ausführungsbeispiel in einer Radialebene der Meßkammer 5. Selbstverständlich kann das Strömungshindernis 18 eine andere Ausbildung haben. Es muß lediglich so gestaltet sein, daß es in die Strömungsbahn der durch den Strömungskanal 9 strömenden Luft ragt und zu einer Ablenkung der Strömung vorbei am stromabwärts liegenden Meßelement 7 führt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ragt das Strömungshindernis 18 radial weiter in den Strömungskanal als die Meßelemente 6, 7, die vorteilhaft quer, vorzugsweise senkrecht zur Achse 19 des Strömungskanals 13 liegen.

In Fig. 3 ist der Fall dargestellt, daß im Umgebungsraum 3 ein höherer Druck herrscht als im Reinraumbereich 1. Dies hat zur Folge, daß die Luft durch den Strömungskanal 13 aus dem Umgebungsraum 3 in den Reinraumbereich 1 in Richtung der eingezeichneten Pfeile strömt. Hierbei trifft die Strömungsluft auf das Meßelement 7, das in Strömungsrichtung vor dem senkrecht zur Strömungsrichtung sich erstreckenden Strömungshindernis 18 liegt. Dieses Meßelement 7 gibt entsprechend der Geschwindigkeit der Strömungsluft ein Signal in Form eines Spannungswertes an die Signalverarbeitungseinheit 9 ab. Am Meßelement 7 findet aufgrund der Anströmung ein guter Wärmeübergang statt. Anschließend wird die Strömungsluft durch das in Strömungsrichtung hinter dem Meßelement 7 befindliche Strömungshindernis 18 abgelenkt. Es bildet sich hinter dem Strömungshindernis 18 ein Totwassergebiet 21 aus. Wie Fig. 3 zeigt, befindet sich dieses Meßelement 6 im Strömungsschatten des Strömungshindernisses 18, wodurch der Wärmeübergang am Meßelement 6 geringer ist als am Meßelement 7. Das Meßelement 6 liefert dadurch einen geringeren Spannungswert an die Signalverarbeitungseinheit 9 als das Meßelement 7. Diese beiden unterschiedlichen Spannungswerte werden von der Signalverarbeitungseinheit 9 verarbeitet und zur Anzeige gebracht. Im beschriebenen Fall leuchtet die Anzeige 10 auf, weil der Druck im Reinraumbereich 1 gegenüber der Umgebung 3 zu gering geworden ist.

In Fig. 2 ist der Regelfall dargestellt, daß der Druck im Reinraumbereich größer ist als im Umgebungsraum 3. Dadurch strömt die Luft in Richtung der eingezeichneten Pfeile aus dem Reinraumbereich 1 durch den Strömungskanal 13 nach außen in den Umgebungsraum 3. Die Strömungsluft trifft darum zunächst auf das Meßelement 6, das einen entsprechenden Spannungswert an die Signalverarbeitungseinheit 9 liefert. Am nachfolgenden Strömungshindernis 18 wird die Strömungsluft umgelenkt, so daß sich in Strömungsrichtung hinter dem Hindernis 18 wieder das Totwassergebiet 21 bildet. Nunmehr befindet sich das Meßelement 7 im Strömungsschatten des Hindernisses 18, so daß der Wärmeübergang von der Strömungsluft zu diesem Meßelement 7 geringer ist. Es liefert dadurch einen niedrigeren Spannungswert an die Signalverarbeitungseinheit 9 als das Meßelement 6, bei dem der Wärmeübergang von der Strömungsluft zum Meßelement höher ist als beim Meßelement 7. In der Signalverarbeitungseinheit 9 werden die beiden gelieferten Spannungswerte verarbeitet und nunmehr an der Anzeige 11 zur Anzeige gebracht. Da der Druck im Reinraumbereich 1 höher ist als im Umgebungsraum 3, leuchtet an der Signalverarbei-

tungseinheit 9 das entsprechende Signal (Anzeige 11) auf. Somit kann zuverlässig festgestellt werden, ob im Reinraumbereich 1 der notwendige Druck herrscht, so daß der Zutritt von verunreinigter Luft aus dem Umgebungsraum in den Reinraumbereich 1 verhindert wird. Die Meßelemente 6, 7 sind so eingestellt, daß die Warnanzeige 10 schon dann aufleuchtet, wenn der Druckunterschied zwischen dem Reinraumbereich 1 und dem Umgebungsraum 3 noch nicht 0 geworden ist, sondern im Reinraumbereich 1 noch ein, wenn auch nur wenig höherer Druck als im Umgebungsraum 3 herrscht.

Die Anzeige 12 leuchtet dann auf, wenn der Überdruck gegenüber der Umgebung 3 auf unnötig hohe Werte angestiegen ist.

Aus Fig. 4 ergibt sich, daß in dem Augenblick, in dem die Druckdifferenz zwischen Reinraumbereich 1 und Umgebungsraum 3 sich dem Wert 0 nähert, die Ausgangsspannung sich nahezu sprungartig verändert. Die Spannungs-Druckdifferenz-Kurve verläuft im Bereich des Druckdifferenzwertes 0 nahezu senkrecht. Dadurch springt der entsprechende Signalwert schlagartig von einem niederen zu einem höheren Wert bzw. umgekehrt. Auch schon vor der Annäherung an den Druckdifferenzwert 0 verändert sich die Spannungs-Druckdifferenz-Kurve in ihrer Steigung deutlich, so daß schon rechtzeitig vor Erreichen des Druckausgleiches zwischen den beiden Räumen 1 und 3 ein entsprechendes Signal zur Anzeige gebracht werden kann. In Fig. 4 sind diese Verhältnisse für zwei unterschiedliche Lufttemperaturen beispielhaft dargestellt. Die ausgezogene Linie entspricht einer niedrigeren und die gestrichelte Linie einer höheren Lufttemperatur.

Die beiden Meßelemente 6, 7 sind, in Richtung der Achse 19 des Strömungskanals 13 gesehen, in Umfangsrichtung des Strömungskanals vorteilhaft wegen der Wärmeabgabe der Meßelemente versetzt zueinander angeordnet. Das Strömungshindernis 18 ist bevorzugt in halber Länge des Strömungskanals 13 angeordnet. Die Meßelemente 6, 7 liegen vorzugsweise mit gleichem Abstand vor und hinter dem Strömungshindernis. Selbstverständlich kann das Strömungshindernis auch außerhalb im Strömungskanal angeordnet sein. Auch kann der Abstand der Meßelemente 6, 7 zum Strömungshindernis untereinander unterschiedlich sein. Wesentlich ist lediglich, daß durch die beiden Meßelemente 6, 7 in Verbindung mit der Strömungsstörung durch das Hindernis 18 unterschiedliche Meßwerte an die Signalverarbeitungseinheit 9 geliefert werden, die aus diesen beiden Meßwerten ein Differenzsignal bildet und zur Anzeige bringt. Aufgrund der Strömungsablenkung durch das Hindernis 18 gelangt die Strömungsluft in diesem Bereich nicht oder nur eingeschränkt zum jeweiligen Meßelement 6 bzw. 7, so daß ein schlechter Wärmeübergang von der Strömungsluft zum entsprechenden Meßelement stattfindet. Es liefert dann in der beschriebenen Weise den entsprechend unterschiedlichen Meßwert.

Die Drucküberwachungseinrichtung ist konstruktiv einfach ausgebildet und preisgünstig in der Anschaffung. Da als Meßgröße der veränderliche Wärmeübergang an den Meßelementen 6, 7 zugrundeliegt, können analog zur Luftgeschwindigkeitsmessung mit thermischen Anemometern auch geringste Druckdifferenzen sicher erfaßt und angezeigt werden.

Darum eignet sich die Drucküberwachungseinrichtung besonders dort, wo nur sehr geringe Drücke auftreten, die beispielsweise wesentlich geringer sind als 10 Pa. Mit den beiden Meßelementen 6, 7 kann ein Druck

bis etwa zu 0,1 Pa gemessen werden.

Bei einer einfacheren (nicht dargestellten) Ausführungsform ist im Strömungskanal 18 nur ein einziges Meßelement in Form eines thermischen Anemometers angeordnet. In diesem Falle kann die Druckdifferenz nur nach ihrem Betrag ermittelt und ein entsprechender Spannungswert an die Signalverarbeitungseinheit 9 geliefert werden. Auch in diesem Fall läßt sich aus dem entstehenden Signal beim Durchströmen des Strömungskanals 13 eine Druckdifferenz ableiten. Allerdings ist eine eindeutige Zuordnung der Strömungsrichtung nicht mehr gegeben. Die Drucküberwachungseinrichtung kann überall dort eingesetzt werden, wo Drücke ermittelt werden müssen, insbesondere auch kleine Drücke.

dadurch gekennzeichnet, daß dem Anemometer (6, 7) eine Temperaturkompensationseinrichtung zugeordnet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Drucküberwachungseinrichtung, insbesondere für den Reinraumbereich, mit mindestens einem Meßelement, das einen den Druck kennzeichnenden Wert angibt, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (6, 7) ein thermisches Anemometer ist, das an eine Signalverarbeitungseinheit (9) angeschlossen ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßelement (6, 7) in einem von Medium durchströmten Strömungskanal (13) liegt.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein weiteres thermisches Anemometer (6, 7) vorgesehen ist, das ebenfalls an die Signalverarbeitungseinheit (9) angeschlossen ist.
4. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß beide Anemometer (6, 7) im Strömungskanal (13) liegen.
5. Einrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Anemometer (6, 7) durch mindestens ein in den Strömungskanal (13) ragendes Strömungshindernis (18) voneinander getrennt sind.
6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Strömungshindernis (18) quer zur Strömungsrichtung weiter in den Strömungskanal (13) ragt als die beiden Anemometer (6, 7).
7. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungskanal (13) zwei Bereiche (1, 3) mit unterschiedlichem Druck miteinander verbindet.
8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungskanal (13) in einer Meßkammer (5) vorgesehen ist.
9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßkammer (5) in einer die beiden Bereiche (1, 3) unterschiedlichen Drucks von einander trennenden Wand (2) angeordnet ist.
10. Einrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß sich das Strömungshindernis (18) quer, vorzugsweise senkrecht zur Strömungsrichtung im Strömungskanal (13) erstreckt.
11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß aus den von den beiden Anemometern (6, 7) gelieferten Werten in der Signalverarbeitungseinheit (9) ein die Strömung durch den Strömungskanal (13) kennzeichnender Signalwert ableitbar ist.
12. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,

**- Leersseite -**

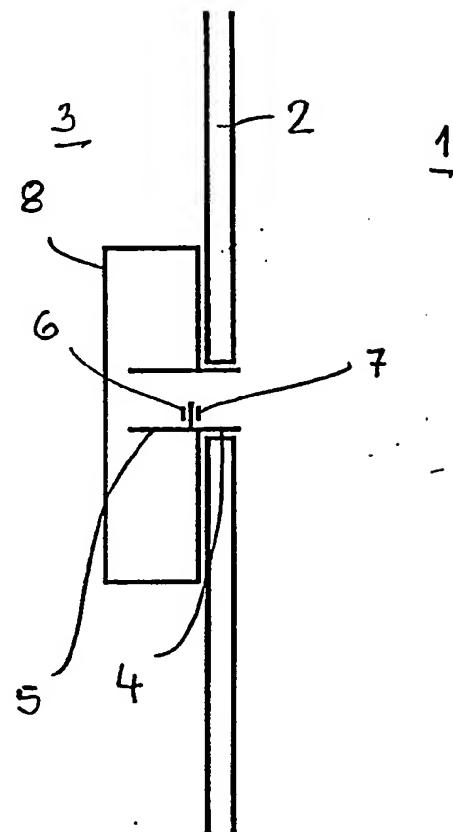
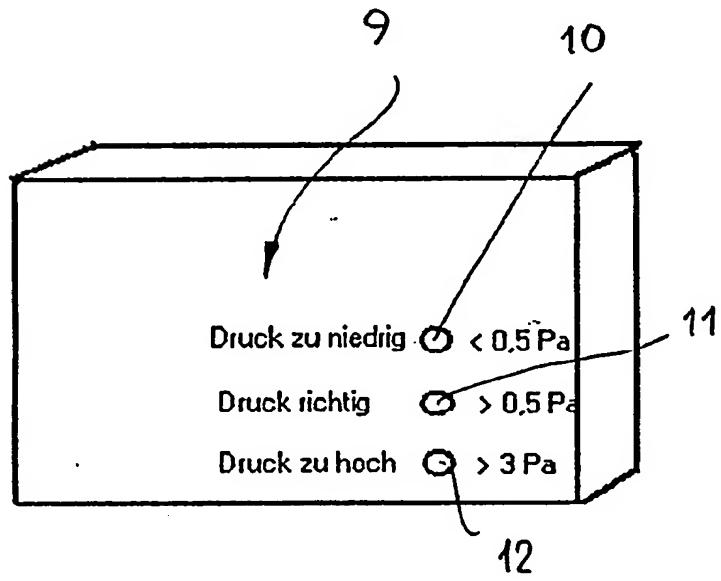
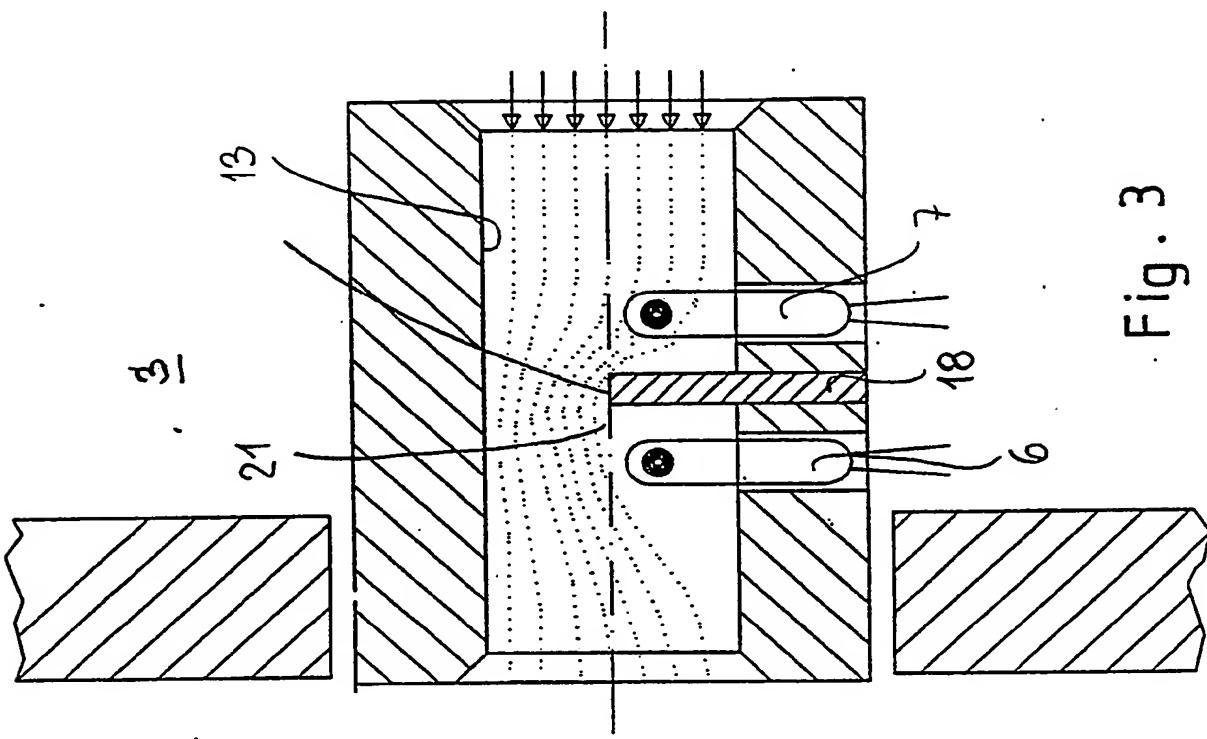


Fig. 1

~~✓~~



三  
一  
五

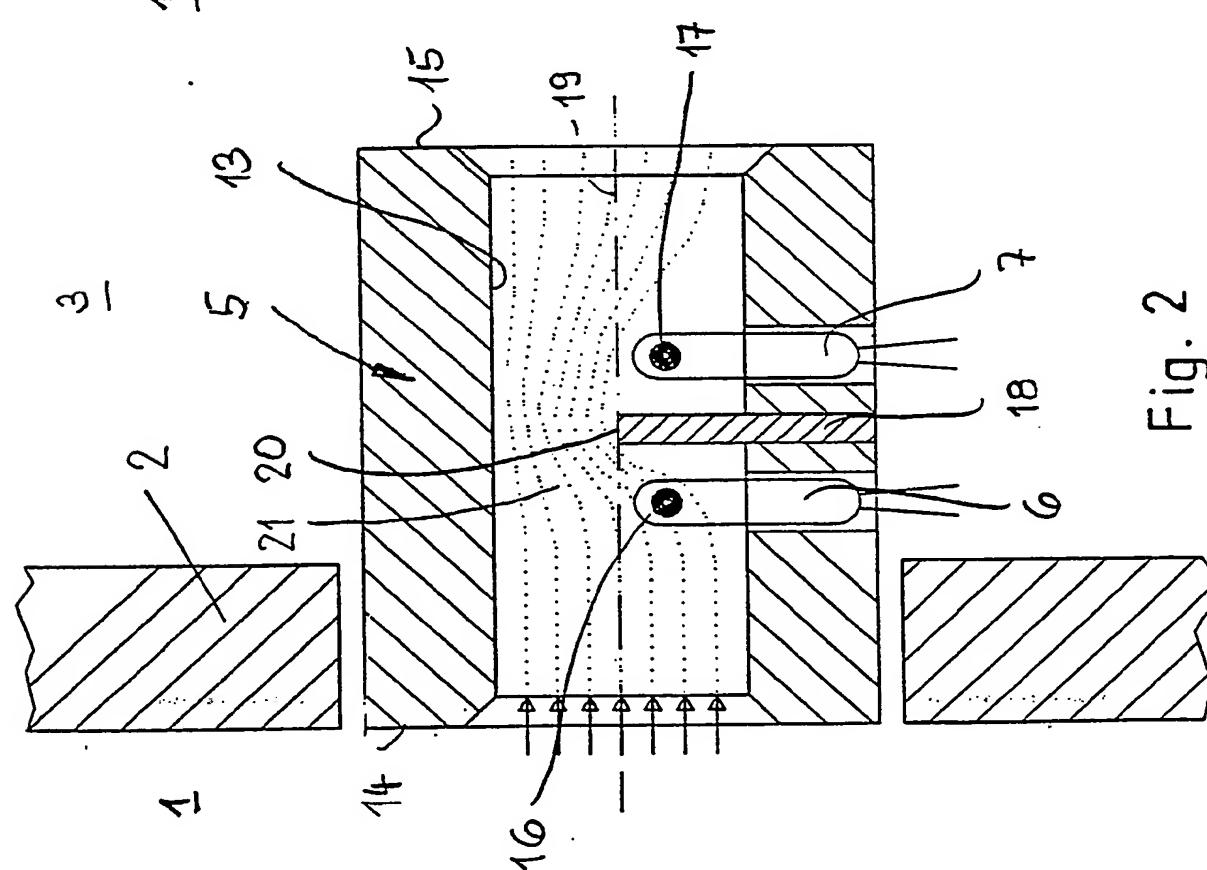


Fig. 2

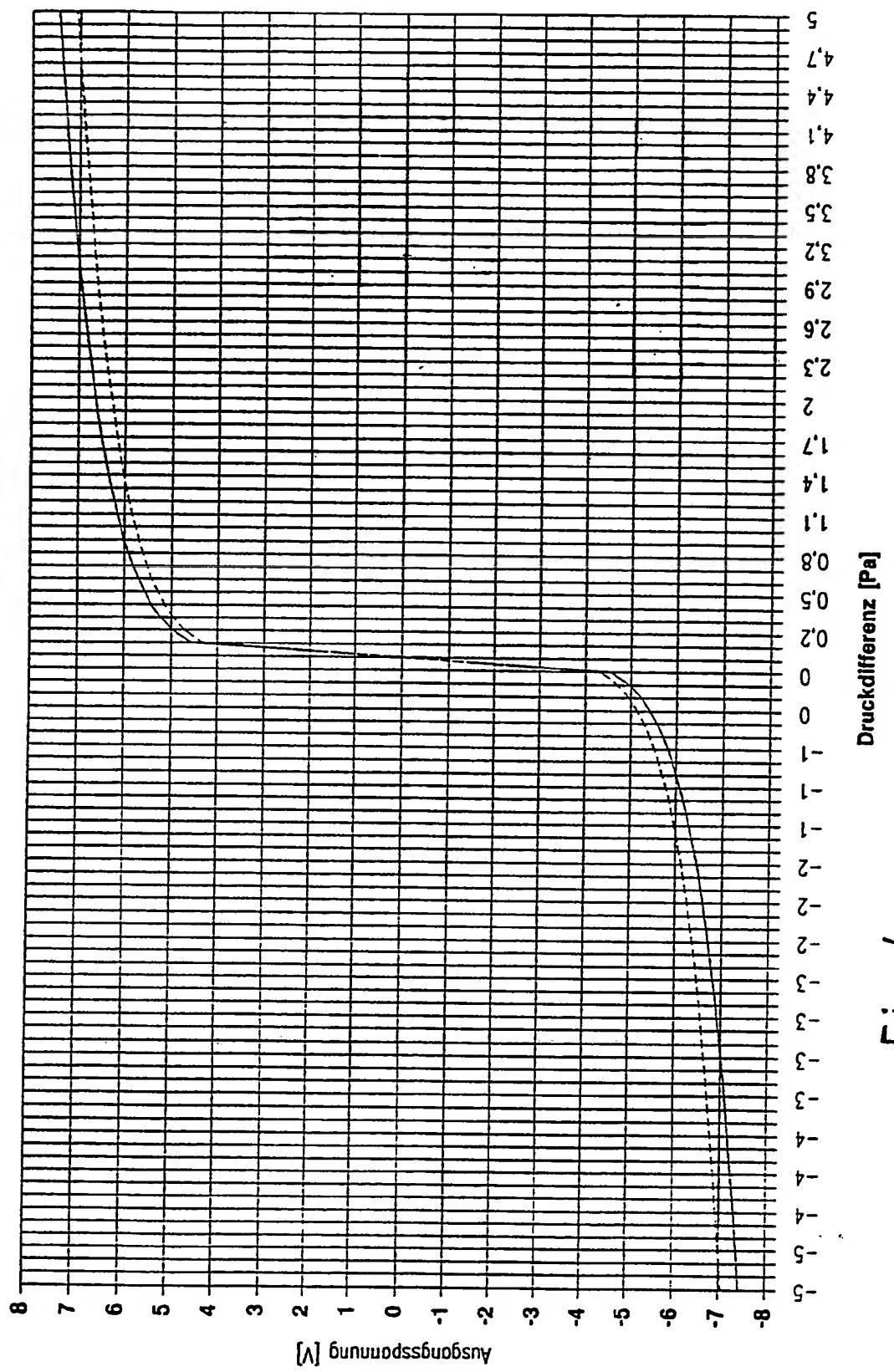


Fig. 4